

LE SANGLIER EN EUROPE : UNE MENACE POUR LA BIODIVERSITÉ ?

MARINE VALLÉE – FRANÇOIS LEBOURGEOIS – ÉRIC BAUBET – SONIA SAÏD – FRANÇOIS KLEIN

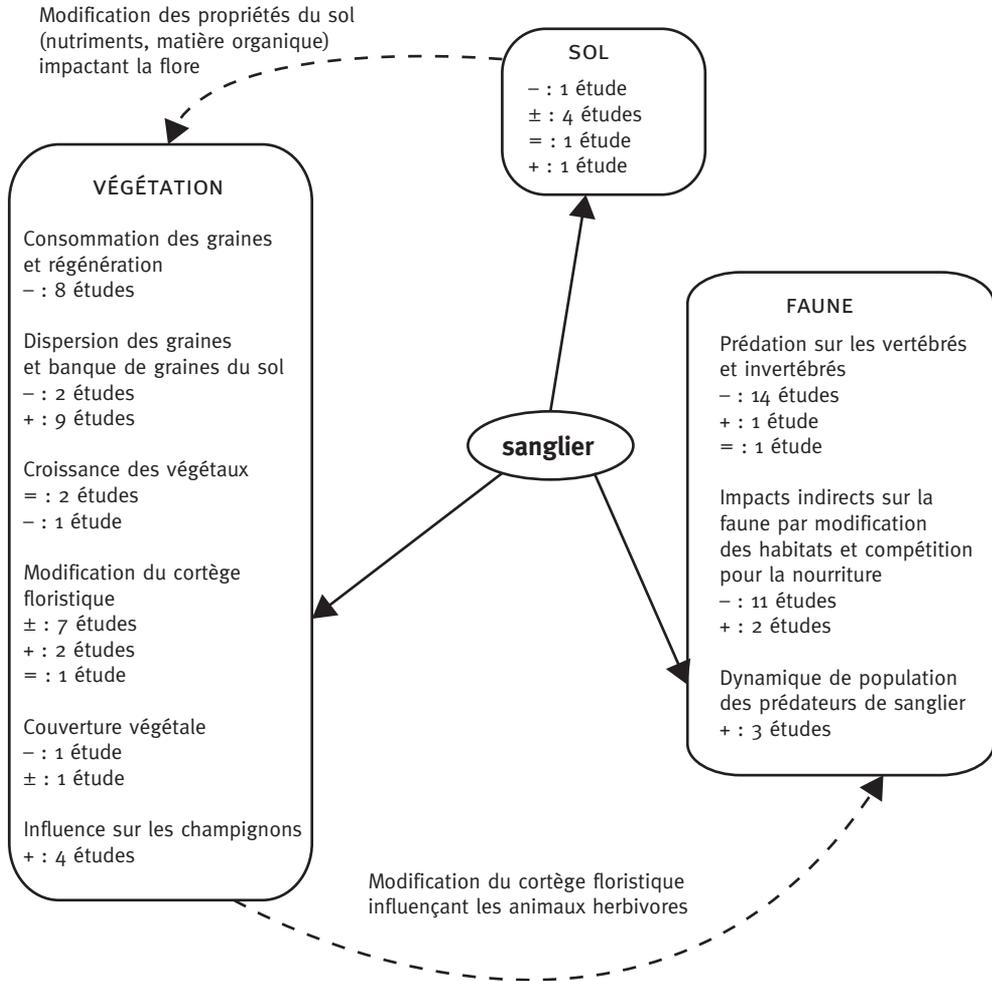
Dans sa stratégie de préservation de la nature, l'Europe s'engage à stopper le phénomène d'érosion de la biodiversité et de dégradation des écosystèmes d'ici 2020. Ceci implique d'identifier les menaces pour la biodiversité dans l'Union européenne (Gortazar *et al.*, 2007). Depuis trente ans, le nombre d'ongulés sauvages, et particulièrement de sangliers, ne cesse d'augmenter en Europe (Alexandri *et al.*, 2012 ; Herrero *et al.*, 2008 ; Lombardini *et al.*, 2014 ; Massei *et al.*, 2015 ; Velickovic *et al.*, 2015 ; Velickovic *et al.*, 2016). Cette augmentation a des conséquences de plus en plus visibles sur différents types de milieux et d'habitats (Bleier *et al.*, 2012 ; Bueno *et al.*, 2009 ; Keuling *et al.*, 2016 ; Morelle *et al.*, 2016 ; ONF, 2004, 2013 ; Schley et Roper, 2003 ; Welander, 1995). L'influence du cerf et du chevreuil sur l'environnement et, en particulier, sur la régénération forestière a été beaucoup étudiée (Beguïn *et al.*, 2016 ; Brullhardt *et al.*, 2015 ; Konig et Baumann, 1990 ; Kuiters et Slim, 2002 ; Leonardsson *et al.*, 2015 ; Olesen et Madsen, 2008 ; Pellerin *et al.*, 2010 ; Prietzel et Ammer, 2008). En revanche, les études sur le sanglier ont été majoritairement centrées sur les dégâts aux cultures (Barrios-Garcia et Ballari, 2012 ; Kopij et Panek, 2016 ; Morelle *et al.*, 2016). Plusieurs de ses caractéristiques peuvent pourtant en faire une menace pour son habitat naturel. D'une part, le sanglier est une espèce prolifique et grégaire qui peut se concentrer sur une faible surface et avoir un impact fort sur le milieu (Bieber et Ruf, 2005 ; Geisser et Reyer, 2005 ; Herrero *et al.*, 2008 ; Melis *et al.*, 2006). D'autre part, son régime omnivore et son comportement fouisseur lui permettent d'influer aussi bien sur la faune que sur la flore et de modifier le sol. Ce sont d'ailleurs les conclusions de quelques synthèses bibliographiques menées sur l'impact du sanglier sur la biodiversité (Ballari et Barrios-Garcia, 2014 ; Barrios-Garcia et Ballari, 2012 ; Massei et Genov, 2004). Ces synthèses reposent majoritairement sur des études menées dans des pays où le sanglier a été introduit. Ainsi, elles ne permettent pas de déterminer son influence dans les habitats européens dans lesquels il est présent depuis longtemps (Ukkonen *et al.*, 2015 ; Velickovic *et al.*, 2016).

Le sanglier (*Sus scrofa* L.) est une espèce largement distribuée en Europe, en Asie et dans le nord-ouest de l'Afrique. Il a été introduit aux États-Unis et en Argentine. La taxonomie de cette espèce est complexe avec de nombreuses sous-espèces définies sur des critères morphologiques (Genov, 1999) ou encore génétiques (Larson *et al.*, 2005). En Europe, on trouve essentiellement les deux sous-espèces *Sus scrofa scrofa* et *Sus scrofa meridionalis* (Appolonio *et al.*, 1988) se distinguant par quelques caractères morphologiques (Randi *et al.*, 1989). La présente synthèse bibliographique s'intéresse uniquement aux études réalisées en Europe sur les deux sous-espèces *Sus scrofa scrofa* et *Sus scrofa meridionalis*. L'objectif est de mieux appréhender leurs impacts directs et indirects sur les différentes composantes de l'écosystème : végétation, faune et sol (figure 1, p. 506). Dans la suite de l'article, le terme sanglier fera référence à ces deux sous-espèces.

FIGURE 1

SYNTHÈSE DES IMPACTS DIRECTS ET INDIRECTS DU SANGLIER SUR LES DIFFÉRENTES COMPOSANTES DE L'ÉCOSYSTÈME : SOL, VÉGÉTATION ET FAUNE

Dans chaque cas, le nombre d'études analysées est donné. Le signe « = » indique qu'aucun effet n'a été observé. Un signe « + » ou « - » indique un effet positif ou négatif. Le signe « ± » indique des effets variés.



IMPACTS SUR LA BIODIVERSITÉ VÉGÉTALE ET LA RÉGÉNÉRATION FORESTIÈRE

Il est reconnu que les sangliers sont des omnivores opportunistes ingérant à la fois des végétaux, des champignons ou des animaux (Baubet *et al.*, 2004 ; Brandt *et al.*, 2006 ; Cutini *et al.*, 2013 ; Fournier-Chambrillon *et al.*, 1995 ; Herrero *et al.*, 2005 ; Schley et Roper, 2003). L'analyse menée en contexte forestier de plaine agricole dans le nord-est de la France par Brandt *et al.* (2006) sur la période 1982-2003 a montré que, dans ce contexte de chênaie-hêtraie, l'alimentation était essentiellement à base de végétaux (98 %). Les auteurs ont également montré que le

sanglier utilisait souvent une seule ressource (comportement « monophasique ») et notamment les fruits qui sont majoritairement consommés entre septembre et avril (faines, glands, merises, etc.).

Le sanglier peut rechercher sa nourriture à la surface (la surface retournée correspond alors au « vermillis ») ou plus en profondeur (« boutis ») pour accéder aux parties souterraines des plantes (racines, bulbes, tubercules) (Massei *et al.*, 1996 ; Wirthner, 2011) (photo 1, ci-dessous). Afin de quantifier l'importance du retournement du sol dans les landes marécageuses dominées par *Calluna vulgaris* en Écosse, Sandom *et al.* (2013a) ont mis en place onze enclos d'environ 0,5 ha ne contenant aucun sanglier (2 enclos) ou contenant de 2 à 6 sangliers. Sur les 9 semaines de suivi (entre juillet et octobre 2008), les auteurs ont montré que l'activité de retournement du sol variait d'environ 22 à 75 m² par semaine et par sanglier pour une moyenne de 42,4 m² par semaine (poids moyen des sangliers 65,3 kg). Dans un contexte plus forestier, Haaverstad *et al.* (2014) ont montré que le sanglier privilégiait, dans la grande majorité des cas, les vieilles forêts d'Épicéa commun poussant sur des sols fertiles avec une végétation peu couvrante pour retourner le sol. Cependant, en hiver, les peuplements à base de Pin sylvestre sur sols pauvres sont privilégiés en raison du fort recouvrement des lichens (nourriture hivernale). Dans la même étude, à partir de 45 transects parcourus en juillet 2010 (correspondant à une surface échantillonnée de 189 ha), les auteurs ont montré que quand les sangliers fouillent, la surface retournée est faible (environ 6 m²) avec une profondeur de recherche d'environ 10 cm. Dans cette étude, les auteurs estiment le retournement du sol à moins de 1 % de la surface avec des dégâts faibles sur l'enracinement des arbres (densités des sangliers non précisées). En garrigue méditerranéenne, Dovrat *et al.* (2014) ont aussi montré que l'importance des surfaces retournées variait selon la saison avec un maximum au printemps et un minimum en été (sol sec en été peu favorable au développement de la végétation et de la mésofaune). Concernant les boutis, les profondeurs généralement observées sont comprises entre 5 et 15 cm (Bruinderink et Hazebroek, 1996 ; Mohr *et al.*, 2005).



Photo 1 Un sanglier adulte recherchant activement sa nourriture en surface dans un massif forestier de Sologne (avril 2004).

Photo Jean de Falandre

Le retournement du sol et la consommation de graines ont des conséquences sur la banque de graines et sur la biodiversité végétale (Burrascano *et al.*, 2015 ; Dovrat *et al.*, 2014 ; Picard *et al.*, 2015). Dans les pelouses alpines, la recherche active de rhizomes et de bulbes entraîne une diminution des fréquences d'occurrence des géophytes et de certaines Poacées sur les zones fouillées, tandis que la probabilité de présence d'autres plantes aux valeurs nutritives moindres n'est pas modifiée par les fouilles (Cocca *et al.*, 2007). Dans des hêtraies au sud de la Suède, l'étude de Brunet *et al.* (2016) a montré qu'une augmentation très rapide des fouilles (aucune surface retournée en 2010 à plus de 60 % en 2013) se traduisait par une diminution très rapide du recouvrement des géophytes vernalles (*Anemone nemorosa*, *Anemone ranunculoides* et *Ranunculus ficaria*) (75 % à 39 % en trois ans) mais par une diversité végétale plus grande en été (rôle du stock semencier du sol et de la dispersion des graines). Ce résultat est similaire à celui observé en Pologne sur les espèces vernalles (Bialy, 1996). En Angleterre, la dynamique de la jacinthe des bois (*Hyacinthoides non-scripta*) est apparue également très affectée par les fouilles de sanglier avec à la fois une baisse du recouvrement de plus de 30 % et une floraison moins abondante (Sims *et al.*, 2014).



Photo 2 Harde de sangliers avec 4 adultes et très nombreux marcassins dans un massif forestier de Sologne (avril 2004).

Photo Jean de Falandre

La fouille du sol homogénéiserait aussi la banque de graines en augmentant l'abondance et le nombre d'espèces dans les milieux pauvres, tout en diminuant l'occurrence des graines des espèces dominantes dans les milieux plus riches (Bueno *et al.*, 2011a ; Bueno *et al.*, 2011b). En garrigue méditerranéenne sous climat très sec, Dovrat *et al.* (2014) ont montré un assez faible impact de la population de sanglier sur la biodiversité (population estimée à 15 animaux par kilomètre carré). Les auteurs ont cependant montré que les fouilles réalisées en été augmentent la diversité des espèces herbacées au printemps suivant en faisant diminuer l'abondance des espèces dominantes mais sans changer la biomasse végétale totale. Les fouilles hivernales ne changent pas la diversité mais semblent réduire un peu la biomasse. Une étude menée en Suisse a également montré une absence de différences entre des zones fouillées ou non fouillées (Wirthner *et al.*, 2012) alors que, en Suède et en Allemagne, la richesse spécifique est beaucoup plus élevée (de 50 à 60 %) dans les zones retournées que dans les zones non touchées (Milton *et al.*, 1997; Welander, 1995, 2000).

Le sanglier joue également un rôle dans la dispersion des graines (Heinken *et al.*, 2006). Si peu de graines viables sont présentes dans les fèces, le nombre de diaspores transportées extérieurement est lui très important (Dovrat *et al.*, 2012 ; Heinken *et al.*, 2001 ; Heinken *et al.*, 2002 ; Picard *et al.*, 2015). Une étude menée en Allemagne a ainsi montré que le sanglier transportait en moyenne 12 graines viables par endozoochorie et 30 par exozoochorie (Schmidt *et al.*, 2004). Près de 40 % des espèces identifiées dans les fèces sont à large amplitude, c'est-à-dire présentes aussi bien en forêt que dans des milieux ouverts, 30 % des espèces sont caractéristiques des milieux ouverts et 14 % sont forestières. Les espèces transportées par exozoochorie sont quant à elles majoritairement à large amplitude (Schmidt *et al.*, 2004). Le sanglier peut donc faire augmenter le nombre d'espèces caractéristiques de milieux ouverts dans la banque de graines de sols forestiers. Ces graines germent difficilement sous le couvert forestier mais peuvent se développer en cas de coupe rase ou de chablis, ce qui contribue à diversifier le cortège floristique (Bossuyt et Hermy, 2001). Certaines études ont également montré que le sanglier pouvait disperser les graines d'espèces envahissantes et donc jouer un rôle négatif sur l'écosystème (Dovrat *et al.*, 2012). Cette dispersion peut se faire sur des longues distances car le sanglier peut parcourir plus de 3 km par jour (Baudet *et al.*, 2008 ; Pellerin *et al.*, 2016 ; Prevot et Licoppe, 2013) mais la biodiversité peut augmenter très localement. Ainsi, en Allemagne, dans différentes forêts à base essentiellement d'Épicéa commun, Heinken *et al.*, (2006) ont montré que le nombre de graines dans le sol était supérieur aux pieds des arbres frottés par rapport aux arbres sains (+ 44 %) avec également un plus grand nombre d'espèces (9 contre 4). Le sanglier joue également un rôle dans la dispersion des bryophytes (Heinken *et al.*, 2001) et des champignons hypogés (Génard *et al.*, 1998) avec également un effet possible des boutis sur le développement de ces derniers (Lawrynowicz *et al.*, 2006).

La présence du sanglier peut également modifier la régénération forestière (Kramer *et al.*, 2006 ; Kuiters et Slim, 2002 ; Wirthner, 2011). Ainsi, dans des chênaies méditerranéennes, il a été montré que la régénération de *Quercus pyrenaica* était très affectée par la présence des ongulés sauvages (98 % des semis consommés) (Gomez *et al.*, 2003). À partir de dispositifs expérimentaux enclos-exclos installés en chênaie verte dans la Sierra Nevada au sud-est de l'Espagne, Gomez et Hodar (2008) ont montré que l'abondance des glands diminuait de plus de 50 % en présence des sangliers. Ces auteurs ont également montré que la présence des sangliers modifiait la répartition spatiale de la régénération entre les peuplements de Pins (sylvestre et noir) et de Chêne. Ainsi, en l'absence de sanglier, la régénération est importante quel que soit le contexte. En présence de sanglier, la régénération diminue fortement et est observée essentiellement sous les pins ou sous les arbustes. Dans une autre étude plus récente, il a été montré que la présence de sanglier était responsable de près de 30 % de la mortalité des semis de *Quercus pyrenaica* (Perea et Gil, 2014). Toutes les espèces ligneuses ne semblent cependant pas être impactées de la même façon par le sanglier. Dans un contexte de sol très acide dans les Pays-Bas, l'effet des fouilles dépend de la fréquence de celles-ci et des essences considérées (Bruinderink et Hazebroek, 1996). Ces auteurs ont montré que les chênaies sessiliflores étaient plus souvent retournées que les peuplements à base de résineux ou les landes à bruyère surtout en automne et les années à forte glandée. Ils ont également montré que des fouilles fréquentes diminuaient l'abondance des semis de Chênes et de Hêtres mais n'avaient pas d'effet sur celle des semis de Cerisier noir, Bouleau, Sorbier, Houx, Pin sylvestre, Douglas, Épicéa et Mélèze (Bruinderink et Hazebroek, 1996). La mortalité de certains semis dans les zones retournées pourrait être due à des lésions racinaires causées par le sanglier (Risch *et al.*, 2010). Ceci est toutefois remis en cause par d'autres études n'observant soit pas d'effet des fouilles sur l'intégrité des racines des arbres (Wirthner, 2011), soit aucune différence dans l'évolution de la hauteur des semis entre les zones fouillées et non fouillées (Haaverstad *et al.*, 2014). Enfin, dans le sud de l'Espagne, une étude récente montre que la densité de sangliers diminue quand la proportion de pin augmente (Torres-Porras *et al.*, 2015). Les auteurs soulignent que la restauration ou la conservation des

chênaies naturelles est un atout pour la biodiversité mais ceci favorise du même coup une densité forte d'ongulés sauvages.

IMPACTS SUR LA FAUNE

Par la prédation, le sanglier peut avoir un impact direct sur les vertébrés et les invertébrés du sol (Granval et Muys, 1995 ; Laznik et Trdan, 2014) qui rentrent dans le régime alimentaire du sanglier. Même si en plaine, les proies animales représentent une faible part de l'alimentation (Brandt *et al.*, 2006), les vers de terre représentent près de 50 % des prises alimentaires du sanglier en montagne (Baubet *et al.*, 1997 ; Baubet *et al.*, 2003 ; Baubet *et al.*, 2009). Pour les autres groupes, il a été montré dans des chênaies sessiliflores en Allemagne que la fouille du sol diminuait la biomasse de Collemboles (Mohr et Topp, 2001) et plus généralement de la macrofaune (saprophages, arthropodes prédateurs) (Mohr *et al.*, 2005). Les auteurs relient cette diminution à la réduction voire la disparition de la litière en présence des ongulés sauvages. Dans une autre étude dans des pessières en Allemagne, Fuhrer et Fischer (1991) montrent un effet positif des fouilles par prédation d'un grand nombre de nymphes d'un défoliateur important de l'Épicéa (*Cephalcia abietis*). Dans des prairies au sud-est de la Slovaquie, il a été montré que l'importance des fouilles était très fortement corrélée au nombre et au poids des larves présentes dans le sol alors que la relation avec les vers de terre était beaucoup moins forte (Laznik et Trdan, 2014).

Le sanglier peut également être un prédateur pour les vertébrés, notamment les oiseaux. Plusieurs études ont ainsi démontré l'existence d'une corrélation négative entre la présence de sanglier et celle d'oiseaux nichant au sol comme le grand tétaras, la gélinotte des bois, le tétaras-lyre ou la bécasse (Cas, 2010 ; Lefranc, 1989 ; Nyenhuis, 1991). Le pourcentage de nids au sol détruits atteint 40 % en Italie (Bertolino *et al.*, 2010) et 30 % en Allemagne (Klaus, 1984) tandis que dans les Carpates le sanglier est responsable de la destruction de 9 % des nids de grand tétaras et de gélinotte des bois (Saniga, 2002). Une étude récente menée en France suggère quant à elle que la présence des ongulés sauvages ne menace pas l'avifaune forestière (Baltzinger *et al.*, 2016).

Le sanglier peut également impacter la faune de façon indirecte en modifiant les habitats ou par compétition pour les ressources alimentaires. Autour du lac du Der (Marne et Haute-Marne), les sangliers causent chaque année la destruction de 10 hectares d'habitats favorables aux oies hivernantes. Environ 2 à 3 saisons de végétation sont ensuite nécessaires pour restaurer ces habitats (Delorme *et al.*, 2012). La modification du milieu peut également avoir un impact sur les petits mammifères et faire diminuer leurs densités (Hazebroek *et al.*, 1995). Enfin, le sanglier semble modifier les déplacements du chevreuil sur son territoire ou pourrait même le pousser à abandonner son territoire (Nyenhuys, 1998 ; Pellerin, 1993). Ces modifications du milieu peuvent également avoir un effet positif sur certaines espèces. Ainsi, les boutis constituent des zones propices à la reproduction d'une espèce de libellule menacée (*Aeschna subartica*) (Bönsel, 1999). En revanche, en Italie dans des oliveraies, Scandurra *et al.* (2016) ont montré que la présence des sangliers réduit fortement la présence de plusieurs espèces de papillons dont certaines sont classées « espèces à risque ». D'autre part, le sanglier est un agent de dispersion, à une échelle locale, pour certains invertébrés aquatiques d'eau douce (Vanschoenwinkel *et al.*, 2008).

En recherchant activement les glands enfouis par les petits rongeurs, le sanglier peut nuire à ces derniers. Ainsi, une corrélation négative a ainsi été observée entre la présence du sanglier et les populations de rongeurs (Amori *et al.*, 2016 ; Focardi *et al.*, 2000 ; Sunyer *et al.*, 2016). En Espagne, une corrélation négative entre la présence de sanglier, celle de lièvre et de chat sauvage a également été observée mais les causes de cette corrélation sont incertaines (compétition

pour les ressources alimentaires ou modification des habitats) (Cabezas-Diaz *et al.*, 2011 ; Lozano *et al.*, 2007). Enfin, le sanglier peut constituer une proie pour certains animaux et impacter ainsi positivement la dynamique de certaines populations de prédateurs comme les loups. Le sanglier est ainsi la proie principale du loup et représente une très grande part des ongulés sauvages prédatés en Italie (Imbert *et al.*, 2016 ; Mattioli *et al.*, 2011) ou en Pologne (Jedrzejewski *et al.*, 2002).

IMPACTS SUR LES PROPRIÉTÉS DU SOL

En retournant le sol, la première action du sanglier est la disparition ou le mélange de la litière avec les premiers horizons minéraux du sol (Bialy, 1996 ; Bruinderink et Hazebroek, 1996 ; Macci *et al.*, 2012). Ceci peut avoir des conséquences sur l'activité microbienne et la minéralisation de la matière organique (Wirthner *et al.*, 2011). Ainsi, dans des chênaies sessiliflores en Allemagne, les fouilles en surface diminuent l'activité et la biomasse microbienne ainsi que le contenu en carbone et azote du sol, le tout modifiant les processus de minéralisation (Mohr et Topp, 2001 ; Mohr *et al.*, 2005). Dans cette étude, les auteurs ont également montré une diminution notable de la teneur en éléments minéraux et donc de la fertilité chimique du sol. En Italie (Toscane), il a aussi été montré que la présence des sangliers modifiait les différentes propriétés du sol, mais que l'impact variait fortement selon la densité des animaux (de 2-5 animaux/100 ha à 50-60 animaux/100 ha selon la zone considérée) mais aussi la végétation et le type de couvert (chênaie verte ou oliveraie) (Macci *et al.*, 2012). En revanche, sur sol très acide dans les Pays-Bas, aucun effet des fouilles n'a été observé (Bruinderink et Hazebroek, 1996). Une étude menée en Suisse montre que, en modifiant la dynamique du carbone dans le sol et l'activité microbienne, la présence de sanglier augmente d'en moyenne 23 % l'émission de CO₂ par le sol (en comparaison à une situation sans sanglier). Même si cet effet additionnel est significatif, les auteurs estiment qu'il reste faible comparativement aux émissions normales estimées pour les forêts suisses et concluent donc à un rôle faible de cet ongulé sauvage sur le bilan de carbone (Risch *et al.*, 2010).

CONCLUSIONS

Le sanglier influe sur toutes les composantes de l'écosystème, qu'il s'agisse de la flore, de la faune ou des propriétés chimiques du sol. Son influence sur la flore a été très étudiée en Europe et plusieurs conclusions peuvent être dégagées des études existantes. Le sanglier peut modifier la composition végétale spécifique de son habitat et compromettre la régénération de certaines espèces forestières en consommant des graines ou en augmentant la mortalité des semis sur les zones fouillées. Toutefois, il constitue également pour certaines graines un agent de dispersion à longue distance et ses boutis peuvent favoriser la germination de certaines espèces végétales et champignons. Les fouilles du sanglier semblent s'accompagner d'une diminution de la biomasse sur les zones retournées, et d'une augmentation de la richesse spécifique après quelques mois, bien que les résultats des différentes études menées sur cette thématique soient parfois contradictoires. Il est possible que la richesse des cortèges floristiques sur les sites d'étude explique ces différences de résultats. Dans les sites où peu d'espèces prédominent, les fouilles du sanglier peuvent faire augmenter la diversité floristique en faisant diminuer l'abondance des espèces dominantes. *A contrario*, sur les sites où les cortèges floristiques sont très riches, les fouilles du sanglier ne permettent pas à de nouvelles espèces de s'installer et la richesse floristique n'augmente pas. Par ailleurs, la fréquence des perturbations doit également être prise en compte pour comprendre ces résultats. Lorsque les fouilles du sanglier sont peu fréquentes, elles peuvent conduire à un enrichissement du milieu tandis qu'à une fréquence élevée, le milieu s'appauvrit.

De la même façon, le comportement du sanglier variant selon la saison (Sandom *et al.*, 2013b), il est important d'intégrer ces changements dans les analyses des effets de cet ongulé sauvage. Le sanglier impacte directement les vertébrés et invertébrés faisant partie de son régime alimentaire. Il peut également influencer indirectement sur la faune en modifiant les habitats de certaines espèces, ou en privant d'autres espèces de leurs ressources alimentaires, ce qui est le cas avec certains rongeurs par exemple. La dynamique de population de grands prédateurs comme le loup pourrait enfin être impactée positivement par la présence de sanglier. La plupart des impacts du sanglier sur la faune ont été décrits mais non quantifiés. Ceci est particulièrement vrai pour les effets indirects sur la faune comme la modification des habitats ou la compétition pour les ressources de nourriture. Par ailleurs, l'influence du sanglier sur la dynamique de population de ses proies mériterait d'être étudiée.

En mélangeant les couches organiques et minérales, les fouilles agissent sur le fonctionnement biologique des horizons supérieurs notamment sur les processus de minéralisation. Cependant, les travaux sur le fonctionnement du sol sont difficiles à mener et les résultats sont parfois contradictoires. Comme les points précédents, l'influence à long terme dépend fortement de la densité de sanglier et du type de milieu rencontré.

Finalement, quelles conclusions peut-on tirer de l'analyse de ces différentes études ? Le sanglier constitue-t-il une menace pour la biodiversité ou, au contraire, a-t-il des impacts positifs sur son environnement ? Entre 60 et 70 % des plus de cent études analysées pour cette synthèse décrivent un impact négatif du sanglier sur la biodiversité (végétale et animale) (figure 1, p. 506). Environ 30 % montrent un impact positif et moins de 10 % n'ont observé aucune influence du sanglier sur son environnement. On pourrait donc conclure que le sanglier est une menace pour la biodiversité. Cependant, dans la majorité des études, les densités d'ongulés sauvages sur les sites d'étude sont rarement précisées car difficilement quantifiables. Ce manque d'information rend l'analyse et la comparaison des résultats délicates puisque certains effets du sanglier sur son milieu peuvent être qualifiés de « positifs » lorsque leur fréquence d'occurrence est faible, ce qui peut être le cas dans les sites où se trouvent peu de sangliers. *A contrario*, ces effets peuvent devenir négatifs lorsqu'ils sont répétés de façon trop fréquente, ce qui peut être le cas dans les zones où se concentrent de nombreux individus. Par ailleurs, ces études durent 1 à 2 ans, ce qui est trop court pour comprendre véritablement les mécanismes impliqués. Par exemple, les fouilles des sangliers entraînent à court terme une diminution de la couverture herbacée et de sa biomasse mais, à moyen ou long terme, la couverture herbacée et la biomasse peuvent être aussi importantes voire plus que ce qui était observé initialement.

Dans ce contexte, il est nécessaire de mener des études sur un plus long terme avec des protocoles communs (Fagiani *et al.*, 2014) permettant de quantifier les impacts du sanglier sur les différentes composantes des écosystèmes. La question de l'expansion des sangliers (naturelle ou favorisée par certaines actions cynégétiques) et de sa régulation est donc toujours d'actualité (Keuling *et al.*, 2008 ; Keuling *et al.*, 2016 ; Massei *et al.*, 2015) ainsi que des effets à long terme de cet ongulé sauvage sur la biodiversité dans son habitat naturel.

Marine VALLÉE
OFFICE NATIONAL DES FORÊTS
Agence de Savoie
15 avenue des Chasseurs Alpins
F-73200 ALBERTVILLE
(marine.vallee@onf.fr)

François LEBOURGEOIS
LERFoB, AgroParisTech, INRA
Équipe Écologie forestière
14 rue Girardet – CS 14216
F-54042 NANCY CEDEX
(francois.lebourggeois@agroparistech.fr)

Éric BAUBET – Sonia SAÏD
 OFFICE NATIONAL DE LA CHASSE
 ET DE LA FAUNE SAUVAGE
 Centre national d'Études
 et de Recherches Appliquées Cervidés-Sanglier
 Montfort
 F-01330 BIRIEUX
 (eric.baubet@oncfs.gouv.fr)
 (sonia.said@oncfs.gouv.fr)

François KLEIN
 OFFICE NATIONAL DE LA CHASSE
 ET DE LA FAUNE SAUVAGE
 Centre national d'Études
 et de Recherches Appliquées Cervidés-Sanglier
 1 place Exelmans
 F-55000 BAR-LE-DUC
 (francois.klein@oncfs.gouv.fr)

Remerciements

Les auteurs remercient Anders Marell et Christophe Baltzinger pour leurs conseils pertinents lors de ce travail.

Les auteurs remercient Jean de Falandre pour la fourniture gracieuse des photographies de sangliers.

BIBLIOGRAPHIE

- ALEXANDRI (P.), TRIANTAFYLLIDIS (A.), PAPAKOSTAS (S.), CHATZINIKOS (E.), PLATIS (P.), PAPAGEORGIOU (N.), LARSON (G.), ABATZOPOULOS (T.J.), TRIANTAPHYLIDIS (C.). — The Balkans and the colonization of Europe: the post-glacial range expansion of the wild boar, *Sus scrofa*. — *Journal of Biogeography*, vol. 39, n° 4, 2012, pp. 713-723.
- AMORI (G.), LUISELLI (L.), MILANA (G.), CASULA (P.). — Negative effect of the wild boar (*Sus scrofa*) on the population size of the wood mouse (*Apodemus sylvaticus*) in forest habitats of Sardinia. — *Mammalia*, vol. 80, n° 4, 2016, pp. 463-467.
- APOLLONIO (M.), RANDI (E.), TOSO (S.). — The systematics of the Wild boar (*Sus scrofa* L.) in Italy. — *Bollettino di Zoologia*, vol. 55, n° 3, 1988, pp. 213-221.
- BALLARI (S.A.), BARRIOS-GARCIA (M.N.). — A review of wild boar *Sus scrofa* diet and factors affecting food selection in native and introduced ranges. — *Mammal Review*, vol. 44, n° 2, 2014, pp. 124-134.
- BALTZINGER (M.), MARELL (A.), ARCHAU (F.), PEROT (T.), LETERME (F.), DECONCHAT (M.). — Overabundant ungulates in French Sologne? Increasing red deer and wild boar pressure may not threaten woodland birds in mature forest stands. — *Basic and Applied Ecology*, vol. 17, n° 6, 2016, pp. 552-563.
- BARRIOS-GARCIA (M.N.), BALLARI (S.A.). — Impact of wild boar (*Sus scrofa*) in its introduced and native range: a review. — *Biological Invasions*, vol. 14, n° 11, 2012, pp. 2283-2300.
- BAUBET (E.), BONENFANT (C.), BRANDT (S.). — Diet of the wild boar in the french Alps. — *Galemys*, vol. 16, 2004, pp. 101-113.
- BAUBET (E.), BRANDT (S.), FOURNIER-CHAMBRILLON (C.). — La Consommation de vers de terre par le sanglier : Quelle relation avec les dégâts sur prairies ? — *Faune Sauvage*, vol. 283, 2009, pp. 8-13.
- BAUBET (E.), ROPERT-COUDERT (Y.), BRANDT (S.). — Seasonal and annual variations in earthworm consumption by wild boar (*Sus scrofa scrofa* L.). — *Wildlife Research*, vol. 30, n° 2, 2003, pp. 179-186.
- BAUBET (E.), TOUZEAU (C.), BRANDT (S.). — Les lombriciens dans le régime alimentaire du sanglier en montagne. — *Mammalia*, vol. 91, 1997, pp. 371-383.
- BAUBET (E.), VASSANT (J.), BRANDT (S.), MAILLARD (D.). — Connaissances sur la biologie du sanglier : Utilisation de l'espace et régime alimentaire. In: Modalités de gestion du Sanglier. Actes du colloque tenu à Reims (Marne) les 1^{er} et 2 mars 2007 / F. Klein, B. Guibert, E. Baubet. — Paris : FNC-ONCFS, 2008, pp. 59-69.
- BEGUIN (J.), TREMBLAY (J.-P.), THIFFAULT (N.), POTHIER (D.), COTE (S.-D.). — Management of forest regeneration in boreal and temperate deer-forest systems: challenges, guidelines, and research gaps. — *Ecosphere*, vol. 7, n° 10, 2016, pp. 1-16.
- BERTOLINO (S.), ANGELICI (C.), SCARFÒ (F.), MURATORE (S.), D'AMATO (L.), CAPIZZI (D.), MONACO (E.), MONACO (A.). — Is the wild boar an important nest predator in wetland areas ? An experiment with dummy nests. — *8th International Conference on Wild Boar and Other Suids*. York, 2010, pp. 54.

- BIALY (K.). — The effect of boar rooting on the distribution of Organic Matter in soil profiles and the development of wood Anemone in the Oak-Hornbeam Stand in the Bialowieza Primeval Forest. — *Folia For. Pol.*, vol. 38, 1996, pp. 78-88.
- BIEBER (C.), RUF (T.). — Population dynamics in wild boar *Sus scrofa*: ecology, elasticity of growth rate and implications for the management of pulsed resource consumers. — *Journal of Applied Ecology*, vol. 42, n° 6, 2005, pp. 1203-1213.
- BLEIER (N.), LEHOCZKI (R.), UJVARY (D.), SZEMETHY (L.), CSANYI (S.). — Relationships between wild ungulates density and crop damage in Hungary. — *Acta Theriologica*, vol. 57, n° 4, 2012, pp. 351-359.
- BÖNSEL (A.). — Der Einfluss von Rothirsch (*Cervus elaphus*) und Wildschwein (*Sus scrofa*) auf die Entwicklung der Habitate von *Aeschna subarctica* Walker in wiedervernassten Regenmooren (*Anisoptera: Aeschnidae*). — *Libellula*, vol. 18, 1999, pp. 163-168.
- BOSSUYT (B.), HERMY (M.). — Influence of land use history on seed banks in European temperate forest ecosystems: a review. — *Ecography*, vol. 24, n° 2, 2001, pp. 225-238.
- BRANDT (S.), BAUBET (E.), VASSANT (J.), SERVANTY (S.). — Régime alimentaire du sanglier en milieu forestier de plaine agricole. — *Faune Sauvage*, vol. 273, 2006, pp. 20-27.
- BRUINDERINK (G.), HAZEBROEK (E.). — Wild boar (*Sus scrofa* L) rooting and forest regeneration on podzolic soils in the Netherlands. — *Forest Ecology and Management*, vol. 88, n° 1-2, 1996, pp. 71-80.
- BRULLHARDT (M.), RISCH (A.C.), FILLI (F.), HALLER (R.M.), SCHUTZ (M.). — Spatiotemporal dynamics of natural tree regeneration in unmanaged subalpine conifer forests with high wild ungulate densities. — *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 45, n° 6, 2015, pp. 607-614.
- BRUNET (J.), HEDWALL (P.O.), HOLMSTROM (E.), WAHLGREN (E.). — Disturbance of the herbaceous layer after invasion of an eutrophic temperate forest by wild boar. — *Nordic Journal of Botany*, vol. 34, n° 1, 2016, pp. 120-128.
- BUENO (C.G.), ALADOS (C.L.), GOMEZ-GARCIA (D.), BARRIO (I.C.), GARCIA-GONZALEZ (R.). — Understanding the main factors in the extent and distribution of wild boar rooting on alpine grasslands. — *Journal of Zoology*, vol. 279, n° 2, 2009, pp. 195-202.
- BUENO (C.G.), BARRIO (I.), GONZÁLEZ (R.G.). — Assessment of wild boar rooting on ecological and pastoral values of alpine pyrenean grasslands. — *Pirineos. Revista de Ecología de Montaña*, vol. 166, 2011a, pp. 51-67.
- BUENO (C.G.), REINE (R.), ALADOS (C.L.), GOMEZ-GARCIA (D.). — Effects of large wild boar disturbances on alpine soil seed banks. — *Basic and Applied Ecology*, vol. 12, n° 2, 2011b, pp. 125-133.
- BURRASCANO (S.), COPIZ (R.), DEL VICO (E.), FAGIANI (S.), GIARRIZZO (E.), MEI (M.), MORTELLITI (A.), SABATINI (F.M.), BLASI (C.). — Wild boar rooting intensity determines shifts in understorey composition and functional traits. — *Community Ecology*, vol. 16, n° 2, 2015, pp. 244-253.
- CABEZAS-DIAZ (S.), VIRGOS (E.), MANGAS (J.G.), LOZANO (J.). — The presence of a “competitor pit effect” compromises wild rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) conservation. — *Animal Biology*, vol. 61, n° 3, 2011, pp. 319-334.
- CAS (M.). — Disturbances and predation on capercaillie at leks in Alps and Dinaric mountains. — *Šumarski list*, vol. 134, n° 9-10, 2010, pp. 487-495.
- COCCA (G.), STURARO (E.), DAL COMPARE (L.), RAMANZIN (M.). — Wild boar (*Sus scrofa*) damages to mountain grassland. A case study in the Belluno province, eastern Italian Alps. — *Italian Journal of Animal Science*, vol. 6, 2007, pp. 845-847.
- CUTINI (A.), CHIANUCCI (F.), CHIRICHELLA (R.), DONAGGIO (E.), MATTIOLI (L.), APOLLONIO (M.). — Mast seeding in deciduous forests of the northern Apennines (Italy) and its influence on wild boar population dynamics. — *Annals of Forest Science*, vol. 70, n° 5, 2013, pp. 493-502.
- DELORME (D.), GUILLEMOT (B.), MAUPOIX (Y.), MORTREUX (S.). — Gestion de l'impact du sanglier dans les espaces protégés. Les solutions trouvées dans la RNCFS du lac du Der. — *Faune Sauvage*, vol. 296, 2012, pp. 32-38.
- DOVRAT (G.), PEREVOLOTSKY (A.), NE'EMAN (G.). — Wild boars as seed dispersal agents of exotic plants from agricultural lands to conservation areas. — *Journal of Arid Environments*, vol. 78, 2012, pp. 49-54.
- DOVRAT (G.), PEREVOLOTSKY (A.), NE'EMAN (G.). — The response of Mediterranean herbaceous community to soil disturbance by native wild boars. — *Plant Ecology*, vol. 215, n° 5, 2014, pp. 531-541.
- FAGIANI (S.), FIPALDINI (D.), SANTARELLI (L.), BURRASCANO (S.), DEL VICO (E.), GIARRIZZO (E.), MEI (M.), TAGLIANTI (A.V.), BOITANI (L.), MORTELLITI (A.). — Monitoring protocols for the evaluation of the impact of wild boar (*Sus scrofa*) rooting on plants and animals in forest ecosystems. — *Hystrix-Italian Journal of Mammalogy*, vol. 25, n° 1, 2014, pp. 31-38.

- FOCARDI (S.), CAPIZZI (D.), MONETTI (D.). — Competition for acorns among wild boar (*Sus scrofa*) and small mammals in a Mediterranean woodland. — *Journal of Zoology*, vol. 250, 2000, pp. 329-334.
- FOURNIER-CHAMBRILLON (C.), MAILLARD (D.), FOURNIER (P.). — Diet of wild boar (*Sus scrofa* L.) inhabiting the Montpellier garrigue. — *Journal of Mountain Ecology*, 1995, pp. 174-179.
- FUHRER (E.), FISCHER (P.). — Towards integrated control of cephalaria-abietis, a defoliator of Norway Spruce in Central-Europe. — *Forest Ecology and Management*, vol. 39, n° 1-4, 1991, pp. 87-95.
- GEISSER (H.), REYER (H.U.). — The influence of food and temperature on population density of wild boar *Sus scrofa* in the Thurgau (Switzerland). — *Journal of Zoology*, vol. 267, 2005, pp. 89-96.
- GÉNARD (M.), LESCOURRET (F.), DURRIEU (G.). — Mycophagie chez le sanglier et hypothèses sur son rôle dans la dissémination des spores de champignons hypogés. — *Canadian Journal of Zoology*, vol. 6610, 1998, pp. 2324-2327.
- GENOV (P.V.). — A review of the cranial characteristics of the Wild Boar (*Sus scrofa* Linnaeus 1758), with systematic conclusions. — *Mammal Review*, vol. 29, n° 4, 1999, pp. 205-238.
- GOMEZ (J.M.), GARCIA (D.), ZAMORA (R.). — Impact of vertebrate acorn- and seedling-predators on a Mediterranean *Quercus pyrenaica* forest. — *Forest Ecology and Management*, vol. 180, n° 1-3, 2003, pp. 125-134.
- GOMEZ (J.M.), HODAR (J.A.). — Wild boars (*Sus scrofa*) affect the recruitment rate and spatial distribution of holm oak (*Quercus ilex*). — *Forest Ecology and Management*, vol. 256, n° 6, 2008, pp. 1384-1389.
- GORTAZAR (C.), FERROGLIO (E.), HOFLE (U.), FROLICH (K.), VICENTE (J.). — Diseases shared between wildlife and livestock: a European perspective. — *European Journal of Wildlife Research*, vol. 53, n° 4, 2007, pp. 241-256.
- GRANVAL (P.), MUYS (B.). — Predation on earthworms by terrestrial vertebrates. pp. 480-491. In: Proceedings of the International Union of Game Biologists ; XXII Congress: the game and the man. / S. Golovatch, L. Penev (Eds.). — Sofia : PENSOFT, 1996.
- HAAVERSTAD (O.), HJELJORD (O.), WAM (H.K.). — Wild boar rooting in a northern coniferous forest - minor silviculture impact. — *Scandinavian Journal of Forest Research*, vol. 29, n° 1, 2014, pp. 90-95.
- HAZEBROEK (E.), BRUINDERINK (G.), BIEZEN (J.V.). — Changes in the occurrence of small mammals following the exclusion of red deer, roe deer and wild boar. — *Lutra*, vol. 38, 1995, pp. 50-58.
- HEINKEN (T.), HANSPACH (H.), RAUDNITSCHKA (D.), SCHAUMANN (F.). — Dispersal of vascular plants by four species of wild mammals in a deciduous forest in NE Germany. — *Phytocoenologia*, vol. 32, n° 4, 2002, pp. 627-643.
- HEINKEN (T.), LEES (R.), RAUDNITSCHKA (D.), RUNGE (S.). — Epizoochorous dispersal of bryophyte stem fragments by roe deer (*Capreolus capreolus*) and wild boar (*Sus scrofa*). — *Journal of Bryology*, vol. 23, 2001, pp. 293-300.
- HEINKEN (T.), SCHMIDT (M.), OHEIMB (G. von), KRIEBITZSCH (W.U.), ELLENBERG (H.). — Soil seed banks near rubbing trees indicate dispersal of plant species into forests by wild boar. — *Basic and Applied Ecology*, vol. 7, n° 1, 2006, pp. 31-44.
- HERRERO (J.), GARCIA-SERRANO (A.), GARCIA-GONZALEZ (R.). — Reproductive and demographic parameters in two Iberian wild boar *Sus scrofa* populations. — *Acta Theriologica*, vol. 53, n° 4, 2008, pp. 355-364.
- HERRERO (J.), IRIZAR (I.), LASKURAIN (N.A.), GARCIA-SERRANO (A.), GARCIA-GONZALEZ (R.). — Fruits and roots: wild boar foods during the cold season in the southwestern Pyrenees. — *Italian Journal of Zoology*, vol. 72, n° 1, 2005, pp. 49-52.
- IMBERT (C.), CANIGLIA (R.), FABBRI (E.), MILANESI (P.), RANDI (E.), SERAFINI (M.), TORRETTA (E.), MERIGGI (A.). — Why do wolves eat livestock? Factors influencing wolf diet in northern Italy. — *Biological Conservation*, vol. 195, 2016, pp. 156-168.
- JEDRZEJEWSKI (W.), SCHMIDT (K.), THEUERKAUF (J.), JEDRZEJEWSKA (B.), SELVA (N.), ZUB (K.), SZYMURA (L.). — Kill rates and predation by wolves on ungulate populations in Bialowieza Primeval Forest (Poland). — *Ecology*, vol. 83, n° 5, 2002, pp. 1341-1356.
- KEULING (O.), STIER (N.), ROTH (M.). — How does hunting influence activity and spatial usage in wild boar *Sus scrofa* L.? — *European Journal of Wildlife Research*, vol. 54, n° 4, 2008, pp. 729-737.
- KEULING (O.), STRAUSS (E.), SIEBERT (U.). — Regulating wild boar populations is “somebody else’s problem”! - Human dimension in wild boar management. — *Science of the Total Environment*, vol. 554, 2016, pp. 311-319.
- KLAUS (S.). — Predation among capercaillie in a reserve in Thuringia, pp. 334-346. In: [Proceedings of the third] International Grouse Symposium, York, 1984 / T.W.I. Lovel, P.J. Hudson, (Eds.). — World Pheasant Association.
- KONIG (E.), BAUMANN (B.). — The influence of roe deer browse on the natural regeneration in mixed-conifer stands. — *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung*, vol. 161, n° 9, 1990, pp. 170-176.

- KOPIJ (G.), PANEK (K.). — Effect of winter temperature and maize food abundance on long-term population dynamics of the wild boar *Sus scrofa*. — *Polish Journal of Ecology*, vol. 64, n° 3, 2016, pp. 436-441.
- KRAMER (K.), BRUINDERINK (G.), PRINS (H.H.T.). — Spatial interactions between ungulate herbivory and forest management. — *Forest Ecology and Management*, vol. 226, n° 1-3, 2006, pp. 238-247.
- KUITERS (A.T.), SLIM (P.A.). — Regeneration of mixed deciduous forest in a Dutch forest-heathland, following a reduction of ungulate densities. — *Biological Conservation*, vol. 105, n° 1, 2002, pp. 65-74.
- LARSON (G.), DOBNEY (K.), ALBARELLA (U.), FANG (M.Y.), MATISOO-SMITH (E.), ROBINS (J.), LOWDEN (S.), FINLAYSON (H.), BRAND (T.), WILLERSLEV (E.), ROWLEY-CONWY (P.), ANDERSSON (L.), COOPER (A.). — Worldwide phylogeography of wild boar reveals multiple centers of pig domestication. — *Science*, vol. 307, n° 5715, 2005, pp. 1618-1621.
- LAWRYNOWICZ (M.), FALINSKI (J.), BOBER (J.). — Interactions among hypogeous fungi wild boars in the subcontinental pine forest. — *Biodiversity Research and Conservation*, vol. 1-2, 2006, pp. 102-106.
- LAZNIK (Z.), TRDAN (S.). — Evaluation of different soil parameters and wild boar (*Sus scrofa* L.) grassland damage. — *Italian Journal of Animal Science*, vol. 13, n° 4, 2014, pp. 759-765.
- LEFRANC (N.). — Chasse et grand tétaras dans le département des Vosges : aperçu historique sur la chasse au grand tétaras et problèmes actuels posés par les ongulés. — *Ciconia*, vol. 13, 1989, pp. 41-52.
- LEONARDOSSON (J.), LOF (M.), GOTMARK (F.). — Exclosures can favour natural regeneration of oak after conservation-oriented thinning in mixed forests in Sweden: A 10-year study. — *Forest Ecology and Management*, vol. 354, 2015, pp. 1-9.
- LOMBARDINI (M.), VIDUS ROSIN (A.), MURRU (M.), CINERARI (C.E.), MERIGGI (A.). — Reproductive and demographic parameters in Sardinian wild boar, *Sus scrofa meridionalis*. — *Folia Zoologica*, vol. 63, n° 4, 2014, pp. 301-307.
- LOZANO (J.), VIRGOS (E.), CABEZAS-DIAZ (S.), MANGAS (J.G.). — Increase of large game species in Mediterranean areas: Is the European wildcat (*Felis silvestris*) facing a new threat?. — *Biological Conservation*, vol. 138, n° 3-4, 2007, pp. 321-329.
- MACCI (C.), DONI (S.), BONDI (G.), DAVINI (D.), MASCIANDARO (G.), PISTOIA (A.). — Effects of wild boar (*Sus scrofa*) grazing on soil properties in Mediterranean environment. — *Catena*, vol. 98, 2012, pp. 79-86.
- MASSEI (G.), GENOV (P.V.). — The environmental impact of wild boar. — *Galemys*, vol. 16, n° special, 2004, pp. 135-145.
- MASSEI (G.), GENOV (P.V.), STAINES (B.W.). — Diet, food availability and reproduction of wild boar in a Mediterranean coastal area. — *Acta Theriologica*, vol. 41, n° 3, 1996, pp. 307-320.
- MASSEI (G.), KINDBERG (J.), LICOPPE (A.), GACIC (D.), SPREM (N.), KAMLER (J.), BAUBET (E.), HOHMANN (U.), MONACO (A.), OZOLINS (J.), CELLINA (S.), PODGORSKI (T.), FONSECA (C.), MARKOV (N.), POKORNY (B.), ROSELL (C.), NAHLIK (A.). — Wild boar populations up, numbers of hunters down? A review of trends and implications for Europe. — *Pest Management Science*, vol. 71, n° 4, 2015, pp. 492-500.
- MATTIOLI (L.), CAPITANI (C.), GAZZOLA (A.), SCANDURA (M.), APOLLONIO (M.). — Prey selection and dietary response by wolves in a high-density multi-species ungulate community. — *European Journal of Wildlife Research*, vol. 57, n° 4, 2011, pp. 909-922.
- MELIS (C.), SZAFRANSKA (P.A.), JEDRZEJEWSKA (B.), BARTON (K.). — Biogeographical variation in the population density of wild boar (*Sus scrofa*) in western Eurasia. — *Journal of Biogeography*, vol. 33, n° 5, 2006, pp. 803-811.
- MILTON (S.J.), DEAN (W.R.J.), KLOTZ (S.). — Effects of small-scale animal disturbances on plant assemblages of set-aside land in central Germany. — *Journal of Vegetation Science*, vol. 8, n° 1, 1997, pp. 45-54.
- MOHR (D.), COHNSTAEDT (L.W.), TOPP (W.). — Wild boar and red deer affect soil nutrients and soil biota in steep oak stands of the Eifel. — *Soil Biology & Biochemistry*, vol. 37, n° 4, 2005, pp. 693-700.
- MOHR (D.), TOPP (W.). — Forest soil degradation in slopes of the low mountain range of Central Europe - Do deer matter?. — *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, vol. 120, n° 4, 2001, pp. 220-230.
- MORELLE (K.), FATTEBERT (J.), MENGAL (C.), LEJEUNE (P.). — Invading or recolonizing? Patterns and drivers of wild boar population expansion into Belgian agroecosystems. — *Agriculture Ecosystems & Environment*, vol. 222, 2016, pp. 267-275.
- NYENHUIS (H.). — Predation between Woodcock (*Scolopax rusticolla* L.) game of prey and Wild Boar (*Sus scrofa* L.). — *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung*, vol. 162, 1991, pp. 174-180.
- NYENHUIS (H.). — Stagnerender Rehwildbestand als Folge der Einwirkung von Schwarzwild und Rotfuchs. — *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung*, vol. 169, 1998, pp. 14-19.
- OFFICE NATIONAL DES FORÊTS. — Dossier thématique : équilibre faune-flore : données de la recherche. — *Rendez-Vous Techniques*, vol. 6, automne 2004, pp. 13-63.

- OFFICE NATIONAL DES FORÊTS. — Restaurer l'équilibre forêt-gibier. Colloque ONF des 27 et 28 mai 2013, Velaine-en-Haye. — *Rendez-Vous Techniques*, vol. 41-42, été-automne 2013, pp. 1-132.
- OLESEN (C.R.), MADSEN (P.). — The impact of roe deer (*Capreolus capreolus*), seedbed, light and seed fall on natural beech (*Fagus sylvatica*) regeneration. — *Forest Ecology and Management*, vol. 255, n° 12, 2008, pp. 3962-3972.
- PELLERIN (J.). — Relations interspécifiques entre le chevreuil et le sanglier. — *Bulletin d'écologie*, vol. 24, 1993, pp. 179-189.
- PELLERIN (M.), PICARD (M.), SAID (S.), BAUBET (E.), BALTZINGER (C.). — Complementary endozoochorous long-distance seed dispersal by three native herbivorous ungulates in Europe. — *Basic and Applied Ecology*, vol. 17, n° 4, 2016, pp. 321-332.
- PELLERIN (M.), SAID (S.), RICHARD (E.), HAMANN (J.-L.), DUBOIS-COLI (C.), HUM (P.). — Impact of deer on temperate forest vegetation and woody debris as protection of forest regeneration against browsing. — *Forest Ecology and Management*, vol. 260, n° 4, 2010, pp. 429-437.
- PEREA (R.), GIL (L.). — Tree regeneration under high levels of wild ungulates: The use of chemically vs. physically-defended shrubs. — *Forest Ecology and Management*, vol. 312, 2014, pp. 47-54.
- PICARD (M.), PAPAIX (J.), GOSSELIN (F.), PICOT (D.), BIDEAU (E.), BALTZINGER (C.). — Temporal dynamics of seed excretion by wild ungulates: implications for plant dispersal. — *Ecology and Evolution*, vol. 5, n° 13, 2015, pp. 2621-2632.
- PREVOT (C.), LICOPPE (A.). — Comparing red deer (*Cervus elaphus* L.) and wild boar (*Sus scrofa* L.) dispersal patterns in southern Belgium. — *European Journal of Wildlife Research*, vol. 59, n° 6, 2013, pp. 795-803.
- PRIETZEL (V.J.), AMMER (C.). — Mixed mountain forests of the Bavarian Limestone Alps: Reduction of ungulate density results not only in increased regeneration success but also in improved soil fertility. — *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung*, vol. 179, n° 5-6, 2008, pp. 104-112.
- RANDI (E.), APOLLONIO (M.), TOSO (S.). — The systematics of some Italian populations of Wild boar (*Sus scrofa* L.) - a craniometric and electrophoretic analysis. — *Zeitschrift Fur Säugetierkunde-International Journal of Mammalian Biology*, vol. 54, n° 1, 1989, pp. 40-56.
- RISCH (A.C.), WIRTHNER (S.), BUSSE (M.D.), PAGE-DUMROESE (D.S.), SCHUTZ (M.). — Grubbing by wild boars (*Sus scrofa* L.) and its impact on hardwood forest soil carbon dioxide emissions in Switzerland. — *Oecologia*, vol. 164, n° 3, 2010, pp. 773-784.
- SANDOM (C.J.), HUGHES (J.), MACDONALD (D.W.). — Rooting for Rewilding: Quantifying Wild Boar's *Sus scrofa* Rooting Rate in the Scottish Highlands. — *Restoration Ecology*, vol. 21, n° 3, 2013a, pp. 329-335.
- SANDOM (C.J.), HUGHES (J.), MACDONALD (D.W.). — Rewilding the Scottish Highlands: Do Wild Boar, *Sus scrofa*, Use a Suitable Foraging Strategy to be Effective Ecosystem Engineers? — *Restoration Ecology*, vol. 21, n° 3, 2013b, pp. 336-343.
- SANIGA (M.). — Nest loss and chick mortality in capercaillie (*Tetrao urogallus*) and hazel grouse (*Bonasa bonasia*) in West Carpathians. — *Folia Zoologica*, vol. 51, n° 3, 2002, pp. 205-214.
- SCANDURRA (A.), MAGLIOZZI (L.), FULGIONE (D.), ARIA (M.), D'ANIELLO (B.). — Lepidoptera Papilionoidea communities as a sentinel of biodiversity threat: the case of wild boar rooting in a Mediterranean habitat. — *Journal of Insect Conservation*, vol. 20, n° 3, 2016, pp. 353-362.
- SCHLEY (L.), ROPER (T.J.). — Diet of wild boar *Sus scrofa* in Western Europe, with particular reference to consumption of agricultural crops. — *Mammal Review*, vol. 33, n° 1, 2003, pp. 43-56.
- SCHMIDT (M.), SOMMER (K.), KRIEBITZSCH (W.U.), ELLENBERG (H.), OHEIMB (G. von). — Dispersal of vascular plants by game in northern Germany. Part I: Roe deer (*Capreolus capreolus*) and wild boar (*Sus scrofa*). — *European Journal of Forest Research*, vol. 123, n° 2, 2004, pp. 167-176.
- SIMS (N.K.), JOHN (E.A.), STEWART (A.J.A.). — Short-term response and recovery of bluebells (*Hyacinthoides non-scripta*) after rooting by wild boar (*Sus scrofa*). — *Plant Ecology*, vol. 215, n° 12, 2014, pp. 1409-1416.
- SUNYER (P.), MUNOZ (A.), MAZEROLLE (M.J.), BONAL (R.), ESPELTA (J.M.). — Wood mouse population dynamics: Interplay among seed abundance seasonality, shrub cover and wild boar interference. — *Mammalian Biology*, vol. 81, n° 4, 2016, pp. 372-379.
- TORRES-PORRAS (J.), FERNANDEZ-LLARIO (P.), CARRANZA (J.), MATEOS (C.). — Conifer plantations negatively affect density of wild boars in a Mediterranean ecosystem. — *Folia Zoologica*, vol. 64, n° 1, 2015, pp. 25-31.
- UKKONEN (P.), MANNERMAA (K.), NUMMI (P.). — New evidence of the presence of wild boar (*Sus scrofa*) in Finland during early Holocene: Dispersal restricted by snow and hunting?. — *Holocene*, vol. 25, n° 2, 2015, pp. 391-397.

- VANSCHOENWINKEL (B.), WATERKEYN (A.), VANDECAETSBECK (T.), PINEAU (O.), GRILLAS (P.), BRENDONCK (L.). — Dispersal of freshwater invertebrates by large terrestrial mammals: a case study with wild boar (*Sus scrofa*) in Mediterranean wetlands. — *Freshwater Biology*, vol. 53, n° 11, 2008, pp. 2264-2273.
- VELICKOVIC (N.), DJAN (M.), FERREIRA (E.), STERGAR (M.), OBREHT (D.), MALETIC (V.), FONSECA (C.). — From north to south and back: the role of the Balkans and other southern peninsulas in the recolonization of Europe by wild boar. — *Journal of Biogeography*, vol. 42, n° 4, 2015, pp. 716-728.
- VELICKOVIC (N.), FERREIRA (E.), DJAN (M.), ERNST (M.), VIDAKOVIC (D.O.), MONACO (A.), FONSECA (C.). — Demographic history, current expansion and future management challenges of wild boar populations in the Balkans and Europe. — *Heredity*, vol. 117, n° 5, 2016, pp. 348-357.
- WELANDER (J.). — Are wild boars a future threat to the Swedish flora. — *Ibex J. Mount. Ecol.*, vol. 165, 1995, pp. 165-167.
- WELANDER (J.). — Spatial and temporal dynamics of a disturbance regime: wild boar *Sus scrofa* rooting and its effects on plant species diversity. — *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae - Silvestria 2000*, vol. 127, 2000, pp. 1-130.
- WIRTHNER (S.). — The role of wild boar (*Sus scrofa* L.) rooting in forest ecosystems in Switzerland. — University of Bern, 2011. — 107 p. (PhD Thesis).
- WIRTHNER (S.), FREY (B.), BUSSE (M.D.), SCHUTZ (M.), RISCH (A.C.). — Effects of wild boar (*Sus scrofa* L.) rooting on the bacterial community structure in mixed-hardwood forest soils in Switzerland. — *European Journal of Soil Biology*, vol. 47, n° 5, 2011, pp. 296-302.
- WIRTHNER (S.), SCHUTZ (M.), PAGE-DUMROESE (D.S.), BUSSE (M.D.), KIRCHNER (J.W.), RISCH (A.C.). — Do changes in soil properties after rooting by wild boars (*Sus scrofa*) affect understory vegetation in Swiss hardwood forests? — *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 42, n° 3, 2012, pp. 585-592.

LE SANGLIER EN EUROPE : UNE MENACE POUR LA BIODIVERSITÉ ? (Résumé)

Cette synthèse bibliographique a pour objectif d'apporter des éléments de réponse sur l'impact du sanglier (*Sus scrofa scrofa* et *Sus scrofa meridionalis*) sur son habitat naturel en Europe. Le sanglier peut impacter toutes les composantes de l'écosystème : la flore, la faune et le fonctionnement du sol. Sa présence se traduit fréquemment par une modification de la banque de graines du sol, des cortèges floristiques et de la régénération forestière. Les effets de ses fouilles du sol en surface sont généralement négatifs mais le sanglier peut également jouer un rôle d'agent de dispersion à longue distance (transport des graines). Il peut favoriser l'expansion d'espèces autochtones mais également des espèces invasives, ce qui peut poser problème pour le maintien de son habitat naturel. Le sanglier impacte aussi souvent négativement la faune (vertébrés et invertébrés), que ce soit par prédation directe, par modification des habitats ou par compétition pour les ressources de nourriture. Enfin, sa présence peut entraîner une modification des propriétés physico-chimiques du sol mais le nombre d'études à ce sujet est faible et leurs résultats contradictoires. L'impact du sanglier varie selon la saison (les zones de fouilles sont différentes au cours de l'année) et aussi fortement selon la densité d'animaux présents. Ainsi, préciser les résultats existants en réalisant de nouvelles études, sur plusieurs années, en prenant en compte explicitement le niveau de population de ces ongulés sauvages, reste une priorité pour mieux comprendre l'action du sanglier sur son environnement.

WILD BOAR IN EUROPE - A MENACE FOR BIODIVERSITY? (Abstract)

This study is centred on wild boar (*Sus scrofa scrofa* and *Sus scrofa meridionalis*) in its natural habitat and aims to answer the question: does wild boar impact biodiversity in its temperate natural habitat and how? Native wild boar can impact all environmental components: vegetation, soil properties, fauna, fungi and aquatic habitats. Existing studies demonstrate that wild boar is an important seed consumer, reducing the abundance of seedlings and saplings and acting as a long distance dispersal agent. Other impacts such as modification in plant species richness and diversity, individual fitness, soil seed bank, invasive species dispersion or plant cover and biomass were described but their importance is debated. Wild boar impacts mainly fauna through direct predation and habitat disturbance. It could also impact soil chemical, biological and physical properties, but results on this aspect are scarce and contradictory. Finally wild boar impacts on fungi or aquatic habitats have been described but insufficiently investigated. Only some of these impacts were quantified. In addition, wild boar impacts on biodiversity were mostly described in places heavily populated by the species. These results need to be completed with studies conducted in places with lower abundance to more accurately assess the "negativity" or "positivity" of wild boar impacts on biodiversity.